

A parlagfű (*Ambrosia elatior* L.) kadmium-, réz-, nikkel- és cinktartalma ruderaliákon

¹D. TÓTH MÁRTA, ²SZ. PUSKÁS GABRIELLA, ³RENE ROHR és
¹BALÁZSY SÁNDOR

¹ Nyíregyházi Főiskola, Biológia Intézet, Nyíregyháza, ² Nyírségvíz Rt., Nyíregyháza és
³ Université Claude Bernard, Ecologie Microbienne, Lyon (Franciaország)

Bevezetés

Ruderalián – az eredeti jelentése alapján – száraz, törmelékkel ellepett, sovány, kövecses területeket értünk (FINÁLY, 1884; GYÖRKÖSI, 1970). HOLZNER (1982) szerint a ruderalis növények élőhelyeinek (földhalmok, trágyadombok, szemétdombok, útszélek és vízelvezető árkok) közös vonása az erős emberi bolygatás. Magyarországon az ilyen igazi ruderaliák (szemétdombok, árkok, nedves területek) egyik jellegzetes és allergén növénye a parlagfű. A parlagfűvel foglalkozó hazai és külföldi szakirodalmak alapján az *A. elatior* és az *A. artemisiifolia*-t egy fajnak tekintjük, és az *A. elatior* elnevezést az *A. artemisiifolia* szinonimjaként használjuk (BÉRES, 2003).

A parlagfű a 20. század eleji dél-dunántúli megjelenését követően rohamosan terjedt és jelenleg az országban nagy területeken megtalálható (BÉRES, 2003). Allergizáló hatására jellemző, hogy évente a hozzá köthető megbetegedések száma az ÁNTSZ adatai szerint mintegy 10–20%-kal növekszik.

Az adott környezetben nem természetes anyagként jelen lévő és/vagy szokatlan, az átlagot meghaladó koncentrációban előforduló anyagot, amely az adott élőhelyen a természetes rendet megváltoztatja, a bennszülött élővilág vitalitását szűkíti, szennyezésnek kell tekinteni (BALÁZSY, 2000). Ha egy elem adott határkoncentráció felett toxikussá válik, akkor kedvezőtlen változást okoz a növény növekedésében vagy anyagcseréjében (PAIS, 1991).

A talajba juttatott különböző eredetű és kémiai összetételű hulladékok, szennyvizek és szennyvíziszapok káros alkotórészeikkel, nehézfém- és detergens-tartalommal szennyezik a talajt és a környezetet (VÁRALLYAY, 1995).

A talaj bizonyos határig pufferként viselkedik, képes a talajba jutó szennyező anyagok kedvezőtlen hatását tompítani, megakadályozva azok oldódását, mozgását, s ezáltal felszíni vagy felszín alatti vizekbe jutását, illetve azok növény általi felvehetőségét, s így módon a növény–állat–ember táplálékláncba kerülését (KÁDÁR, 1995; VÁRALLYAY, 2001).

Postai cím: D. TÓTH MÁRTA, Nyíregyházi Főiskola, Biológiai Intézet, 4400 Nyíregyháza, Sóstói u. 31/B. E-mail: dobrone@nyf.hu

A talaj–növény rendszer nagyrészt kiküszöböli a fémek toxikus mennyiségben való bekerülését a táplálékláncba, azzal, hogy a növény növekedése rendszerint megáll, illetve erősen lecsökken (CSATHÓ, 1994a) annak ellenére, hogy a növények esetenként nagy mennyiségben halmozzák szövetekben a fémeket.

A növények gyökérrendszerük anyagcsere folyamatai révén szabályozzák a tápanyag-ellátottságot, a növény növekedését (BIRÓ, 2002), az endoszimbionta nitrógenkötő baktériumok, a mikorrhiza gombák javíthatják a táp- és mikroelem-ellátást, valamint a környezeti stressztényezőkhez való adaptációs képességet (BIRÓ, 2003). CSATHÓ (1994b) és KÁDÁR (1991) szerint a nagy nehézfém-tartalommal bíró talajokon tenyésző növények levelei – amellet, hogy a növény tápláltsági állapotát jelzik – az átlagtól nagyobb mennyiségben halmozzák fel szövetekben a rendelkezésre álló fémeket. LEHOCZKY és munkatársai (1998, 2002) erőteljes Cd-akkumulációt mutattak ki a *Lactuca sativa* L. és a *Sinapis alba* L. növényekben, míg KUBOI és munkatársai (1986) a *Chenopodiaceae*, a *Cruciferae*, a *Solanaceae* és a *Compositae* családokban. REISINGER és BALÁZSY (1997) vizsgálataiban az *Ambrosia elatior* 950 mg/kg, a *Calamagrostis arundinacea* 121 mg/kg, az *Asclepias syriaca* 40 mg/kg cinket, a *Rubus caesius* 60 mg/kg kadmiumot akkumulált, az *Artemisia vulgaris* növényekben pedig 20 mg/kg rézakkumulációt mértek.

Irodalmi adatok szerint (ALLAWAY, 1968; CHANEY, 1973; HODGSON, 1970; LEEPER, 1972; LISK, 1972; PAGE, 1973; TIFFIN et al., 1973) a növények fémakkumulációja és fémigénye tekintetében éles különbségek vannak.

Jelen munkánkban telepített kocsányos tölgyesben, felhagyott személtlerakón és ipartelepi galvániszap-tárolón tenyésző parlagfűvekben a talaj–növény–elemtartalom összefüggéseket vizsgáltuk.

Anyag és módszer

Mintavételi helyek

I. vizsgálati hely. – Kontrollnak tekintjük, nem ruderalia, kitermelt akácerdő helyére vetett kocsányos tölgytelepítés. A magoncok 5–6 évesek, amelyeket szintén akácerdő helyére telepített idős vörös tölgyes és beépített terület határol.

Talaja kovárványos barna erdőtalaj, jellemzői: CaCO_3 : 0,2%; pH(KCl): 5,11; pH(H_2O): 6,52; kötöttség (K_A): 35; vízkapacitás: 19%; humusz: 3,4%. A talajvízszint becsült mélysége: 2–3 m. Talajának az „összes” vizsgált fémekre vonatkoztatott fém tartalma nem éri el a KÁDÁR (1998) által megadott szennyeződés minimum-értékeket.

II. vizsgálati hely. – 20 éve felhagyott, 2–2,5 m vastagságban hulladékkal feltöltött, kb. 4 ha területű kommunális hulladéklerakó. Feltöltés után földtakarást kapott. A terület enyhén buckás, jellegzetes ruderalis gyomnövényzettel. Jellemző növényei a parlagfű (*Ambrosia elatior* L.), a szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus* L.), a fehér libatop (*Chenopodium album* L.), a közönséges bojtorján (*Arctium lappa* L.), a betyárkóró (*Conyza canadensis* L.) és a bojtorjanszerbtövis (*Xanthium strumarium* L.). A terület mély fekvésű, a hulladékkihordás előtt nádas, szabad vízfelületekkel.

Talajának jellemzői: CaCO_3 : 2%; $\text{pH}(\text{KCl})$: 6,51; $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$: 7,35; K_A : 40; vízkapacitás: 25%; humusz: 2,2%.

III. vizsgálati hely. – Ipari galvániszap-tároló, a Hajdúsági Iparművek téglási lerakója. A galvanizálás megszűnése miatt használaton kívüli. A lerakó 10×20 m-es, 4 m magas falú betontechnő. A növényzete parlagfű (*Ambrosia elatior* L.), szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus* L.) betyárkóró (*Conyza canadensis* L.) és szelíd csorbóka (*Sonchus oleraceus* L.).

A lerakott és növényzettel benőtt iszap jellemzői: CaCO_3 : 1,33%, $\text{pH}(\text{KCl})$: 7,11; $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$: 7,98; K_A : 49; vízkapacitás: 20%, humusz: 0%.

A mintavételi helyek éghajlati jellemzői. – A vizsgálati helyek egymástól való távolsága légvonaltól nem haladja meg a 20 km-t. 2000–2002-ben a tenyészidőszakban (május–augusztus) lehullott csapadék mennyisége 12, 20 és 22 mm, az átlaghőmérséklet, 19,3, 19,4 és 20,7 °C volt.

Talajmintavétel és talajanalízis

A vizsgálati helyeken véletlenszerűen, háromszoros ismétlésben kijelölt 25 m²-es mintaparcellák 5–5 pontjáról, 20–30 cm-es mélységből azonos mennyiségű (0,5 kg) talajmintákat vettünk. A mintákat 70 °C-on állandó súlyvesztésig szárítottuk. Az ezt követően homogenizált talajok „összes” fémtartalmát határoztuk meg salétromsavas feltárással. 1 g talajt 10 cm³ tömény salétromsavval elegyítettünk és 12 órán keresztül állni hagytuk, majd Kejdahl lombikban, homokfürdőn roncsoltuk a NO_2 eltávozásáig. Kihűlés után 3 cm³ tömény kénsavat adtunk hozzá, üvegszűrőn szűrtük, és desztillált vízzel 100 cm³-re töltöttük. A mintákból a kadmium-, a réz-, a nikkel- és a cinktartalmat a Nyírségvíz Rt. akkreditált laboratóriumában Varian Vista-Pro Simultan ICP-OES készülékkel határoztuk meg.

Növénymintavétel és növényanalízis

A 25 m²-es mintaparcellából 25–25 virágzó állapotú (növényenként a porzós virágzatok 70%-a virágzott) növényt minden év augusztus 15. és 31. között, csapadékmentes időszakban véletlenszerűen választottunk ki. A növények gyökereit vizes mosást követően, a leveleket és a porzós virágzatokat mosás nélkül 70 °C-on súlyállandóságig szárítottuk, majd a növény részeit homogenizáltuk. A mintákból 1–1 g-ot vettünk ki, és a feltárást, valamint a kémiai analízist a talajhoz hasonlóan végeztük.

Botanikai és statisztikai értékelés

A kísérleti parcellákban meghatároztuk a parlagfű-borítottságot (BRAUN-BLANQUET, 1964). A növények és a talajok fémanalízis eredményeinek statisztikai értékelését SVÁB (1981) szerint, valamint a Pearson korrelációs együttható megadásával (MS Excel 97) értékeltük.

Eredményeinket a 2000. évhez, valamint az I. vizsgálati hely (nem ruderalia) adataihoz viszonyítottuk.

Eredmények

A talajok analitikai elemzésekor az I. vizsgálati helyen (nem ruderalia), a felhagyott hulladéklerakón (II.) és a bezárt ipari galvániszap-tárolón (III.) szignifikánsan eltérő eredményt egyik évben sem kaptunk. A kontrollnak tekintett tölgytelepítéshez viszonyított fém tartalmak a ruderaliákon (II. és III.) szignifikáns különbségeket mutatnak (1. táblázat).

1. táblázat

A talajok kadmium-, réz-, nikkel- és cinktartalmak (mg/kg) az évek (2000, 2001 és 2002) átlagában (cc. HNO₃ feltárás)

(1) Vizsgálati hely	Kadmium (Cd)	Réz (Cu)	Nikkel (Ni)	Cink (Zn)
I. Nem ruderalia	0,42	2,32	5,25	39,6
II. Kommunális hulladéklerakó	0,83	10,6	11,8	72,9
a) SzD _{5%}	1	1	2	6
III. Ipari galvániszap-tároló	3,33	159	457	3377
a) SzD _{5%}	2	20	19	563

2. táblázat

A parlagfű borítottsága (%) a vizsgálati helyeken

(1) Vizsgálati hely	2000	2001	2002
I. Nem ruderalia	70	75	80
II. Kommunális hulladéklerakó	73	78	92
III. Ipari galvániszap-tároló	86	91	95

A vizsgálati helyek parlagfű-borítottsági eredményét a 2. táblázatban közöljük a 2000, 2001 és 2002 évekre vonatkoztatva. A parlagfű borítottsága az évek során kismértékben változott. Minimum és maximum határértékei 70–95%. A parlagfű a felvételezések idején (minden év augusztus 15–31., csapadékmentes időszak, virágzási stádium) talajtoxicitásra (hervadás, korlátozott növekedés, színeltérés) utaló tüneteket nem mutatott.

A vizsgált parcellákon tenyésztő parlagfűvek fém tartalmának 3 éves átlagértékeit a 3. táblázatban adtuk meg. Az I. vizsgálati helyen a parlagfű gyökere, levele és porzós virágzata a négy vizsgált fém közül legnagyobb mennyiségben cinket, majd rezet és nikkelt, legkisebb mennyiségben kadmiumot tartalmaztak. Hasonló tendencia érvényesül a ruderaliákon (II., III.) tenyésztő parlagfű fém tartalmában.

Kadmiumot a kontrollnak tekintett nem ruderalián (I.) a gyökér tartalmazott legnagyobb mennyiségben. Ettől eltérően a kommunális hulladéklerakón (II.) és az ipari galvániszap-tárolón (III.) a levelek Cd-tartalma volt a legnagyobb.

3. táblázat

A parlagfű kadmium-, réz-, nikkel- és cinktartalma (mg/kg) az évek átlagában
(cc. HNO₃ feltárás)

(1) Minta	(2) Nem ruderalia (I.)	(3) Kommunális hulladéklerakó (II.)	(4) SzD _{5%}	(5) Ipari galvániszap-tároló (III.)	(4) SzD _{5%}
<i>Kadmium (Cd)</i>					
a) gyökér	0,35	0,34	–	0,97	–
b) levél	0,33	1,06	–	1,49	1
c) virágzat	0,25	0,16	–	0,36	–
<i>Réz (Cu)</i>					
a) gyökér	11,00	17,2	15	6,52	12
b) levél	7,27	5,13	9	11,70	14
c) virágzat	8,27	8,96	4	10,30	10
<i>Nikkel (Ni)</i>					
a) gyökér	3,67	10,10	2	17,90	6
b) levél	1,33	1,34	1	2,23	1
c) virágzat	2,05	1,22	1	7,57	11
<i>Cink (Zn)</i>					
a) gyökér	30,50	118,00	145	250,00	21
b) levél	53,20	73,30	37	304,00	166
c) virágzat	35,70	71,70	56	124,00	29

Cu-tartalmat az I. vizsgálati helyhez (I.) hasonlóan a II. vizsgálati helyen a gyökérben mértünk a legnagyobb mennyiségben. A III. helyen viszont a levelekben volt a legtöbb réz.

A kontrollnak tekintett tölgytelepítéshez hasonlóan (I.) a ruderaliák parlagfüveiben is a gyökerek Ni-tartalma volt a legnagyobb.

Cinket legnagyobb mennyiségben az I. vizsgálati helyen a levelek tartalmaztak, hasonlóan a III. vizsgálati helyhez. A kommunális hulladéklerakó parlagfű mintáiban a gyökerek Zn-tartalma volt a legnagyobb.

A vizsgálati helyeken a parlagfű gyökereinek, leveleinek és virágzatainak fémtartalmában – a kadmium kivételével – statisztikailag igazolható különbségek vannak. A nem ruderaliához (I.) képest a II. vizsgálati helyen tenyésző parlagfűben esetenként csökkent a fémtartalom (pl. a gyökér és a virágzat Cd-tartalma, a levél Cu-tartalma), azonban az ipari galvániszap-tárolón (II.) minden vizsgált szervben növekedett a Cd-, Cu-, Ni- és Zn-tartalom.

A Pearson korrelációs koefficiens (r) megadásával összefüggést mutattunk ki 2000, 2001 és 2002 években a talaj fémtartalmának és a növény szerveinek Cd-, Cu-, Ni- és Zn-tartalmának változásai között (4. táblázat). A talajok vizsgálati helyek szerinti fémtartalmának szignifikáns növekedésével a parlagfű szerveiben fémenként eltérő akkumulációt mértünk.

4. táblázat

A három vizsgálati hely talaja és a rajta tenyésző parlagfű szerveinek Cd-, Cu-, Ni- és Zn-koncentrációi közötti összefüggések (r) a három év adatai alapján (n = 9)

(1) Minta	(2) Év			(2) Év		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002
	<i>Kadmium (Cd)</i>			<i>Réz (Cu)</i>		
a) gyökér	0,99	0,96	0,90	-0,26	-0,88	-0,89
b) levél	0,37	0,92	0,98	0,93	0,88	0,83
c) virágzat	0,60	0,91	0,90	-0,56	0,99	0,95
	<i>Nikkel (Ni)</i>			<i>Cink (Zn)</i>		
a) gyökér	0,88	0,91	0,88	0,99	0,85	0,84
b) levél	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
c) virágzat	0,97	0,99	0,99	0,98	0,89	0,84

Analízis: cc. HNO₃ feltárás

A kadmium a gyökérben mindhárom évben, a levélben és a virágzatban pedig 2001-ben és 2002-ben nőtt a talajok fémtartalmának növekedésével. A réz a gyökerekben nem követte a talajban mért növekedést, a korrelációs együtthatók értékei negatívak. A levelekben mindhárom évben, a virágzatban 2001-ben és 2002-ben mutattak szoros összefüggést a talaj Cu-tartalmának változásával. A nikkel a parlagfű szerveiben szorosan korrelál a talaj Ni-tartalmának változásával. A cinktartalom összefüggés vizsgálata a nikkelhez hasonlóan pozitív korrelációt mutat a talaj-növény rendszerben.

PICHTEL és munkatársai (2000) szerint a növények gyökere sok esetben gátat szab a fémek továbbhaladásának, ezért a Pearson korrelációs együttható megadásával vizsgáltuk az elemek mennyiségváltozását a gyökérben, a levélben és a virágzatban.

5. táblázat

Az I. (nem ruderália), II. (kommunális hulladéklerakó) és III. (ipari galvániszap-tároló) vizsgálati helyeken tenyésző parlagfű gyökere, valamint levele és virágzata elemkoncentrációja közötti összefüggések (r) az évek átlagában (n = 9)

(1) Minta	(2) Vizsgálati hely			(2) Vizsgálati hely		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
	<i>Kadmium (Cd)</i>			<i>Réz (Cu)</i>		
a) levél	0,61	0,71	0,98	0,99	0,99	-0,99
b) virágzat	-0,78	0,63	0,98	0,97	-0,36	-0,99
	<i>Nikkel (Ni)</i>			<i>Cink (Zn)</i>		
a) levél	-0,54	0,91	0,99	0,99	0,99	0,99
b) virágzat	-0,53	-0,99	0,99	0,98	0,98	0,99

Analízis: cc. HNO₃ feltárás

A parlagfű gyökerében és a növény föld feletti részeiben felhalmozódó fémek közötti összefüggéseket vizsgáltuk. Amint az az 5. táblázatban közölt adatokból látható, a levélben és a virágzatban esetenként pozitív, esetenként negatív korrelációt kaptunk a gyökér fémtartalmának változásával.

A tanulmányozott időszakban, az I. vizsgálati hely (nem ruderalia) területen tenyésző parlagfűvek gyökerének Cd-tartalma a virágzat, Ni-tartalma pedig a levél és a virágzat fémtartalmával mutat negatív korrelációt. A felhagyott hulladéklerakón (II.) a virágzatban a réz és a nikkel szintén negatív korrelációban van a gyökér hasonló elemeihez viszonyítva. Ugyanitt nem mutat erős korrelációt a kadmium. Az ipari galvániszap-tároló (III.) parlagfűveiben pozitív korrelációt mértünk a gyökérre vonatkoztatva a levél, valamint a virágzat fémtartalmában a kadmium, a nikkel és a cink tekintetében.

A parlagfű gyökerének, valamint levele és virágzata elemkoncentrációi közötti összefüggések vizsgálatakor, a réz kivételével igen erős korrelációkat kaptunk az iparterületen (III.).

A talaj összes fémtartalmának változásával változnak a parlagfű szervekben akkumulált fémek kölcsönhatásai is (6. táblázat). Megállapítottuk, hogy az I. vizsgálati hely parlagfűveihez (nem ruderalia) viszonyítva a felhagyott hulladéklerakó növényeinek gyökerében a réz és a cink, levelében a réz, a nikkel és a cink, míg virágzatában a nikkel gyengíti a kadmium felvételét. Ugyanitt a gyökérben a réz és a nikkel kölcsönhatása erősödik, míg a virágzatban a Cu-felvételt a cink és a nikkel gyengíti. A nikkel és a cink korrelációja erősödik a gyökérben, viszont gyengül a virágzatban.

6. táblázat

A vizsgálati helyeken tenyésző parlagfű szerveinek elemtartalma közötti kapcsolatok (r) az évek átlagában (n = 9)

(1) Elem	(2) Nem ruderalia (I.)			(3) Kommunális hulladéklerakó (II.)			(4) Ipari galvániszap-tároló (III.)		
	Cd	Cu	Ni	Cd	Cu	Ni	Cd	Cu	Ni
<i>A. Gyökér</i>									
Cu	0,99			0,70			-0,97		
Ni	-0,59	-0,52		0,32	0,90		0,99	-0,99	
Zn	0,99	0,99	-0,51	0,72	0,99	0,88	0,98	-0,99	0,99
<i>B. Levél</i>									
Cu	0,61			-0,07			0,99		
Ni	0,57	0,99		-0,02	0,99		0,99	0,99	
Zn	0,48	0,98	0,99	-0,03	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
<i>C. Virágzat</i>									
Cu	-0,68			-0,45			0,99		
Ni	-0,82	0,97		-0,97	0,65		0,99	0,99	
Zn	-0,91	0,92	0,98	0,98	-0,48	-0,97	0,90	0,99	0,99

Az ipari galvániszap-tárolón a gyökér Cd-felvételére vonatkozó korrelációs koefficiens értékek azt mutatják, hogy – eltérően az I. és II. vizsgálati hely adataitól – a Cd-felvétel növekszik. A gyökér Cu-felvételében viszont ugyanezen korrelációk gyengülnek. Erős a fémek közötti kapcsolat a levélben. Ugyanez a virágzatban akkumulált fémekre is igaz.

Az eredmények értékelése

A parlagfű elemfelvételére vonatkozóan tényként kell elfogadnunk, hogy a növény azokon az extrém nagy mennyiségű (pl. ipari galvániszap-tároló) fémeket tartalmazó biotópokon is képes megtelepedni, amely a növények nagy többségénél toxikus tüneteket okoz.

KÁDÁR (1998) a talajra megadott szennyezettségi fém-határértékei, valamint ALLOWAY (1990) átlagos szárazanyagra vonatkoztatott fém tartalma alapján az I. vizsgálati hely, valamint a felhagyott hulladéklerakó talajai fémekkel nem szennyezettek. Az ipari galvániszap-tároló talaja ezzel ellentétben fémekkel mindenkor szennyezettnek minősül.

Vizsgálatainkban a I. vizsgálati hely (nem ruderalia) talajának fém tartalmához viszonyítva a felhagyott hulladéklerakó talajában jelentős különbségeket mértünk a réz és cink esetében, annak ellenére, hogy az értékek nem érik el a szennyezettségi határértékeket. Az ipari galvániszap-tárolón a Cd-, Cu-, Ni-, ill. Zn-tartalom 5, 14, 38, ill. átlagosan 45%-kal több, mint a KÁDÁR (1998) által meghatározott talajszennyezettségi határérték.

JARVIS és munkatársai (1976), TURCSÁNYI (1990), CSATHÓ (1994b), KÁDÁR (1995), PITCHEL és munkatársai (2000), KERESZTÚRI és LAKATOS (2003), valamint SIMON (2003) munkái alátámasztják, hogy a növény által felvett fémek nagy része a gyökérben marad, a föld feletti részekbe csak kis hányaduk kerül. A parlagfű a nikkellel és a réz esetében ezen irodalmi adatokhoz hasonlóan viselkedik. A tanulmányozott fémek közül a nikkellel és a rézzel az, amelyik nagy talajkoncentráció esetén a gyökérben halmozódik fel nagyobb mennyiségben. Nem szállítódik a növény más szerveibe, nem jelenik meg nagyobb koncentrációban a virágzatban és ezzel a környezetébe történő másodlagos szóródása sem számottevő. A vizsgált fémek közül a cinket a gyökér nagymértékben továbbengedi a porzós virágzatig.

Vizsgálatainkban a talajok és a gyökerek Ni-tartalmának pozitív korrelációja alátámasztja az irodalomban megtalálható azon információt, hogy a talajok Ni-tartalma és a növények Ni-koncentrációja pozitív korrelációban állnak egymással (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 1992).

KABATA-PENDIAS és PENDIAS (1992) szerint a levélben átlagosan 0,05–0,2 mg Cd, 0,1–5 mg Ni, 5–30 mg Cu és 27–150 mg Zn található kg szárazanyagra vonatkoztatva. A parlagfű levelének átlagos fém tartalma a KABATA-PENDIAS által mért minimum értékeket minden esetben meghaladják.

A kommunális hulladéklerakón a levelek fémkoncentrációja (a réz kivételével), az ipari galvániszap-tárolón viszont minden fém koncentrációja nagyobb, mint a nem ruderalián. A gyökerek és a levelek elemtartalmainak összefüggéseiben erősen

pozitív a korreláció a kommunális hulladéklerakón és a réz kivételével az ipari galvániszap-tárolón is.

A kommunális hulladéklerakón a virágzat Cu- és Zn-tartalma nagyobb, mint a nem ruderalián. Az ipari galvániszap-tároló parlagfüveinek virágzatában a nagy Cd-, Cu-, Ni- és Zn-tartalom felhívja a figyelmet a pollenben és más felszíni mikro-organizmusokban felhalmozódó és a környezetbe kerülő nehézfémekre.

Általában a fém-szennyeződések többsége ún. összetett (komplex) szennyezés, amelyeknél számolnunk kell a szennyeződések közötti kölcsönhatásokkal (MÁTHÉNÉ & ANTON, 2004.). BUJTÁS és munkatársai (1994) vizsgálataiban összetett nehézfém-szennyezést indukálva – a króm kivételével – kisebb volt a fémek (Cd, Ni, Zn, Cu) felvétele a kukoricánövényekben, mint az egyenkénti szennyezésnél. Vizsgálatainkban a nem ruderalia (I. vizsgálati hely) és a felhagyott hulladéklerakó parlagfüveiben a kadmium nem követte a nikkel- és a cinktartalom változását a levelekben és a porzós virágzatokban. Az ipari galvániszap-tárolón a gyökérben a réz egyik fém-mel sem korrelál, azonban a levelek és a virágzat fémfelvétele szoros korrelációt mutat. A Cd-felvétel terén szerzett tapasztalataink hasonlóak JARVIS és munkatársai (1976) eredményeihez az I. és II. vizsgálati helyeken, az ipari galvániszap-tároló esetében ugyanakkor eltérőek.

Összefoglalás

A ruderaliák talajaiban és növényeiben a feldúsult nehézfémek a környezetet szennyezik, és egyes növények – többek között a parlagfű (*Ambrosia elatior* L.) – képesek szerveikben az élettani igényeiknél nagyobb mennyiségben felhalmozni.

Vizsgálatainkban tanulmányoztuk három – fajösszetételében, fémtartalmában és kialakulásában – eltérő terület talajának, valamint az ott tenyésző parlagfűvek gyökér, levél és virágzat „összes” kadmium-, réz-, nikkel- és cinktartalmát. A vizsgálati helyek távolsága légvonalban nem haladja meg a 20 km-t, az átlaghőmérséklet mindhárom vizsgálati évben (2000, 2001 és 2002) hasonló volt, a lehullott csapadékmennyiségek eltértek.

A nem ruderalia talaja átlagosan (0,42 mg Cd/kg; 2,32 mg Cu/kg; 5,25 mg Ni/kg; 40 mg Zn/kg), a kommunális hulladéklerakó (0,83 mg Cd/kg; 10,6 mg Cu/kg; 11,8 mg Ni/kg; 73 mg Zn/kg), az ipari galvániszap-tároló (3,33 mg Cd/kg; 159 mg Cu/kg; 457 mg Ni/kg; 3377 mg Zn/kg) fémeket tartalmazott, és a mennyiségek között – a kadmium kivételével – szignifikáns különbségek vannak.

A talaj fémterhelésével növekszik a növények fémtartalma is. A parlagfű leginkább a gyökerekben halmozta a vizsgált fémeket. A nem ruderalián a gyökér (0,35 mg Cd/kg; 11,0 mg Cu/kg; 3,67 mg Ni/kg; 30,5 mg Zn/kg), a kommunális hulladéklerakón a gyökér (0,34 mg Cd/kg; 17,2 mg Cu/kg; 10,1 mg Ni/kg; 118 mg Zn/kg) fémeket tartalmazott. Az ipari galvániszap-tárolón (III.) tenyésző parlagfűvek gyökerében 0,97 mg/kg Cd-, 6,52 mg/kg Cu-, 17,9 mg/kg Ni- és 250 mg/kg Zn-tartalmat mértünk.

A vizsgált fémekkel nem szennyezett ruderalián (II.) a kontrollnak tekintett tölgytelepítéssel szemben (nem ruderalia) nagyobb kadmium- (1,06 mg/kg), nikkel- (1,34 mg/kg) és cinktartalmat (73,3 mg/kg) mértünk a levelekben. Ugyanitt a virágzatban nagyobb a réz- (8,96 mg/kg) és cinktartalom (71,70 mg/kg). A fémekkel szennyezett ipari ruderalián (III.) mind a levelekben (1,49 mg Cd/kg; 11,7 mg Cu/kg; 2,23 mg Ni/kg és 304 mg Zn/kg), mind a virágzatban (0,36 mg Cd/kg; 10,3 mg Cu/kg; 7,57 mg Ni/kg és 124 mg Zn/kg) több a fém, mint a nem ruderalián (I.).

A talaj növekvő fémtartalma és a parlagfű kadmium-, nikkel és cinktartalma között erős pozitív korrelációkat mértünk. A parlagfű gyökerének, valamint levele és virágzata elemkoncentrációi közötti összefüggéseinek vizsgálatakor – a réz kivételével – erős korrelációkat kaptunk az iparterületen (III.). Az ipari galvániszap-tárolón a levél és virágzat Cd-felvételére vonatkozó korrelációs együtthatók értékei azt mutatják, hogy – eltérően az I. és II. vizsgálati hely adataitól – a kadmium és a többi fém közötti kapcsolat erősödik.

Jelen publikáció a magyar–francia kormányközi tudományos és technológiai együttműködés keretében, az OM Kutatás–Fejlesztési Helyettes Államtitkárság és külföldi szerződési partnere EDIGE által támogatott kutatási együttműködés keretében jött létre.

Kulcsszavak: parlagfű, kadmium, réz, nikkel, cink

Irodalom

- ALLAWAY, W. H., 1968. Agronomic controls over the environmental cycling of trace elements. *Adv. Agron.* **20**, 235–271.
- ALLOWAY, B. J., 1990. *Heavy Metals in Soils*. Blackie & Son, Glasgow–London.
- BALÁZSY S., 2000. Fémek szóródása az ökológiai rendszerekben. Bessenyei György Könyvkiadó. Nyíregyháza.
- BÉRES I., 2003. Az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) elterjedése, jelentősége és biológiája. *Növényvédelem*. **39**, 293–302.
- BIRÓ B., 2002. Talaj és rhizobiológiai eszközökkel a fenntartható növénytermesztés és környezetminőség szolgálatában. *Acta Agron. Hung.* **50**, 77–85.
- BIRÓ B., 2003. A növény–talaj–mikroba kölcsönhatások szerepe az elemfelvétel alakulásában. In: *Mikroelemek a táplálékláncban*. (Szerk.: SIMON L. & SZILÁGYI M.) 1–12. Bessenyei Könyvkiadó. Budapest.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde* 3. Neu bearb. Aufl.–Springer. Wien.
- BUJTÁS K., LUKÁCS A. & CSILLAG J., 1994. Nehézfémek növényi felvétele és toxicitása több fém együttes jelenlétében. In: *V. Magyar Növényélettani Kongresszus*. Szeged. Abstracts. 13–19.
- CHANEY, R. L., 1973. Crop and Food Chain Effects of Toxic Elements in Sludges and Effluents, in *Recycling Municipal Sludges and Effluents on Land*. EPA, ORD. USA.

- CSATHÓ P., 1994a. A környezet nehézfém-szennyezettsége és az agrártermelés. Tematikus szakirodalmi szemle. MTA TAKI-AKAPRINT. Budapest.
- CSATHÓ P., 1994b. Nehézfém- és egyéb toxikuselem-forgalom a talaj-növény rendszerben. *Agrokémia és Talajtan*. **43**. 371–398.
- FINALY H., 1884. A latin nyelv szótára. Franklin Társulat. Budapest.
- GYÖRKÖSI A., 1970. Latin-magyar szótár 4. kiadás. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- HODGSON, J. F., 1970. Chemistry of trace elements in soils with reference to trace element concentration in plants. In: *Trace Substances in Environmental Health*. Vol. III. (Ed.: HEMPHILL, D. D.) 45–58. University of Missouri Press. Missouri.
- HOLZNER, W., 1982. Concepts, categories and characteristics of weeds. In: *Biology and Ecology of Weeds*. *Geobotany 2*. (Eds.: HOLZNER, W. & NUMATA, M.) 3–20. Junk. The Hague.
- JARVIS, S. C., JONES, L. H. P. & HOPPER, M., 1976. Cadmium uptake from solution by plants and its transport from roots to shoots. *Plant and Soil*. **44**. 179–191.
- KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H., 1992. *Trace Elements in Soils and Plants*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- KÁDÁR I., 1991. A talajok és növények nehézfém-tartalmának vizsgálata. *Környezet és Természetvédelmi Kutatások*. KTM-MTA TAKI. Budapest.
- KÁDÁR I., 1995. A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon. KTM-MTA TAKI. Budapest.
- KÁDÁR I., 1998. A szennyezett talajok vizsgálatáról. In: *Talajszennyezettség minősítése a hazai szabályozásban* (Szerk.: NÉMETH T.) Környezetvédelmi Minisztérium. Budapest.
- KERESZTÚRI P. & LAKATOS GY., 2003. Különböző virágos növények fitostabilizációs alkalmazhatóságának értékelése krómmal szennyezett talajok esetében. In: *Mikroelemek a táplálékláncban*. (Szerk.: SIMON L. & SZILÁGYI M.) 34–46. Bessenyei Könyvkiadó. Budapest.
- KUBOI, T., NOGUCHI, A. & YAZAKI, J., 1986. Family-dependent cadmium accumulation characteristics in higher plants. *Plant and Soil*. **92**. 405–415.
- LEEPER, G. W., 1972. *Reactions of Heavy Metals with Soils, with Special Regard to Their Application in Sewage Wastes*. Contract No. DACW 73–73–C0026. Dept. Army Corps of Engineers. Washington, D. C.
- LEHOCZKY, É., SZABÓ, L. & HORVÁTH, SZ., 1998. Cadmium uptake by lettuce in different soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **29**. 1903–1912.
- LEHOCZKY, É., TÓTH, I. & KISS, ZS., 2002. Cadmium and lead uptake by white mustard (*Sinapis alba* L.) grown in different soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **33**. 3167–3176.
- LISK, D. J., 1972. Trace metals in soils, plants and animals. *Adv. Agron.* **24**. 267–325.
- MÁTHÉNÉ GÁSPÁR G. & ANTON A., 2004. Toxikuselem-szennyeződés káros hatásainak mérséklése fitoremediációval. *Agrokémia és Talajtan*. **53**. 413–432.
- PAGE, A. L., 1973. *Fate and Effects of Trace Elements in Sewage Sludge when Applied to Agricultural Lands*. A Literature Review Study. Environmental Protection Technology Series, EPA–670/2–74–005. Cincinnati, OH.
- PAIS, I., 1991. Criteria of essentiality, beneficiality and toxicity. What is too little and too much? IGBP Symp. „Cycling of Nutritive Elements in Geo- and Biosphere”. Univ. Hort. And Food. Ind. Budapest.

- PICHEL, J., KUROIWA, K. & SAWYERR, H. T., 2000. Distribution of Pb, Cd and Ba in soils and plants of two contaminated sites. *Environmental Pollution*. **110**. 171–178.
- REISINGER, O. & BALÁZSY, S., 1997. Propagules fongiques de l'air et dispersion de la pollution industrielle. *Cryptogamie-Mycologie*. **18**. 125–137.
- SIMON L., 2003. Kadmium rizofiltráció vizsgálata. In: *Mikroelemek a táplálékláncban*. (Szerk.: SIMON L. & SZILÁGYI M.) 193–203. Bessenyei Könyvkiadó. Budapest.
- SVÁB J., 1981. Szórásnégyzet és a szórás statisztikai próbái. In: *Biometriai módszerek a kutatásban* (Szerk.: SVÁB J.) 47–84. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- TIFFIN, L. A., LAGERWERFF, V. V., & TAYLOR, A. W., 1973. Heavy Metal and Radionuclide Behavior in Soils and Crops. A Review. AEC Res. Contract AT (49–70–1)
- TURCSÁNYI G., 1990. Ipari és bányászati eredetű meddőhányók növényeinek elemakumulációja. Kandidátusi disszertáció. Gödöllő.
- VÁRALLYAY GY., 1995. A fenntartható mezőgazdaság és a talaj vízgazdálkodása. In: *A fenntartható fejlődés időszerű kérdései a mezőgazdaságban*. (XXXVII. Georgikon Napok, Keszthely, 1995. szeptember 14–15.). II. 181–193.
- VÁRALLYAY GY., 2001. A talaj vízgazdálkodása és a környezet. *Magyar Tudomány*. **7**. 700–815.

Érkezett: 2005. szeptember 19.

Cadmium, Copper, Nickel and Zinc Content of Ragweed (*Ambrosia elatior* L.) on Ruderal Sites

¹D. M. TÓTH, ²SZ. G. PUSKÁS, ³R. ROHR and ¹S. BALÁZSY

¹Institute of Biology, College of Nyíregyháza, Nyíregyháza, ²Nyírsékvíz RT, Nyíregyháza (Hungary) and ³Ecologie Microbienne, Université Claude Bernard, Lyon (France)

Summary

Heavy metals accumulating in the soil and plants of ruderal sites contaminate the environment, and may occur in the organs of certain plants such as ragweed (*Ambrosia elatior* L.) in quantities exceeding the physiological requirements of the plant.

Investigations were made on the "total" cadmium, copper, nickel and zinc contents in the soils of three areas differing in species composition, metal content and evolution, and in the roots, leaves and inflorescence of the ragweed growing there. The three locations were within 20 km of each other and the mean temperatures were similar in all three years, but the rainfall quantities differed.

On average, the quantity of metals in the soil of a non-ruderal site (Site I) amounted to Cd: 0.42, Cu: 2.32, Ni: 5.25 and Zn: 40 mg/kg, while the corresponding figures for a communal landfill site (Site II) and an industrial galvanic sludge disposal site (Site III) were Cd: 0.83, Cu: 10.6, Ni: 11.8, Zn: 73 mg/kg, and Cd: 3.33, Cu: 159, Ni: 457, Zn: 3377 mg/kg, respectively. The differences between these values were significant, except for cadmium.

Parallel to the metal pollution of the soil, the metal content of the plants also increased. Ragweed tended to accumulate metals in the roots. The roots of plants growing on the non-ruderal site contained 0.35, 11.0, 3.67 and 30.5 mg/kg Cd, Cu, Ni and Zn, while on the communal landfill site these values were 0.34, 17.2, 10.1 and 118 mg/kg Cd, Cu, Ni and Zn. Values of 0.97, 6.52, 17.9 and 250 mg/kg Cd, Cu, Ni and Zn were measured in the roots of ragweed growing on the industrial galvanic sludge disposal site.

In comparison to the non-ruderal control site, a planted oak wood, higher Cd (1.06 mg/kg), Ni (1.34 mg/kg) and Zn contents (73.3 mg/kg) were measured in the leaves at Site II, a ruderal site not contaminated with the metals tested. At this site, the Cu (8.96 mg/kg) and Zn (71.70 mg/kg) contents of the inflorescence were also higher. On Site III, an industrial ruderal site contaminated with metals, both the leaves (1.49, 11.7, 2.23 and 304 mg/kg Cd, Cu, Ni and Zn) and the inflorescence (0.36, 10.3, 7.57 and 124 mg/kg Cd, Cu, Ni and Zn) had higher metal contents than on the non-ruderal site (Site I).

A strong positive correlation was found between increasing metal contents in the soil and the cadmium, nickel and zinc contents of the ragweed. In the industrial area, correlation analysis on the element concentrations in the roots of ragweed and in the leaves and inflorescence indicated very strong correlations for all the metals. The correlation coefficients determined for the cadmium uptake of the leaves and inflorescence at the industrial galvanic sludge disposal site showed a closer correlation between cadmium and the other metals than at Sites I and II.

Table 1. Cadmium, copper, nickel and zinc contents (mg/kg) of the soil averaged over the years (2000, 2001, 2002, cc. HNO₃ extraction). (1) Experimental site. I. Non-ruderal site. II. Communal landfill site. III. Industrial galvanic sludge disposal site. a) LSD_{5%}.

Table 2. Ragweed coverage (%) on the experimental sites. (1) Experimental sites: see Table 1.

Table 3. Cadmium, copper, nickel and zinc contents (mg/kg) of ragweed averaged over the years (cc. HNO₃ extraction). (1) Sample. a) roots; b) leaves; c) inflorescence. (2) Non-ruderal site (I). (3) Communal landfill site (II). (4) LSD_{5%}. (5) Industrial galvanic sludge disposal site (III).

Table 4. Correlations (r) between the Cd, Cu, Ni and Zn concentrations found in the soil of the three experimental sites and in the organs of the ragweed growing there, on the basis of three-year data (n=9). (1) See Table 3. (2) Year.

Table 5. Correlations (r) between the element concentrations of the roots and of the leaves and inflorescence of ragweed growing on a non-ruderal site (I), a communal landfill site (II) and an industrial galvanic sludge disposal site (III), averaged over the years (n=9). (1) Sample. a) leaves; b) inflorescence. (2) Experimental site.

Table 6. Correlations (r) between the element contents found in the organs of ragweed averaged over the years (n=9). (1) Element. (2) Non-ruderal site (I). (3) Communal landfill site (II). (4) Industrial galvanic sludge disposal site (III). A. Root. B. Leaf. C. Inflorescence.